

Таким образом, за счет применения химического способа переработки элюентов можно не только снизить затраты на утилизацию уловленных из сточных вод ценных компонентов, но и сократить удельные расходы реагентов на регенерацию катионита в 1,5-2 раза.

Внедрение разработанной технологии кондиционирования сточных вод на заводах по обработке цветных металлов позволит снизить на 40-60% капитальные и эксплуатационные затраты, по сравнению с технологической схемой полного обессоливания воды, и создаст благоприятные условия для перехода предприятия на бессточную систему водоснабжения.

1. Федулов Ю.М., Алексеева В.В. Цветные металлы. – М.: Металлургия, 1985. – 220 с.
2. Лебедев К.Б. Иониты в цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1985. – 250 с.
3. Гельферих Ф. Иониты. Основы ионного обмена. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1982. – 450 с.

*Получено 05.11.2006*

УДК 541.18.045

**Н.М.ЯКОВЕНКО**

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

### **БАРОМЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ЭЛЕМЕНТ БЕССТОЧНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Рассматриваются вопросы использования баромембранной технологии для создания бессточных систем водоснабжения.

Ориентация промышленности на резкое сокращение отходов и на создание замкнутых производственных циклов с оборотным водоснабжением требует совершенствования технологии очистки сточных вод.

Основное количество воды предприятий потребляется охлаждающими системами прямоточного и оборотного водоснабжения.

Пригодная для охлаждения вода должна обладать следующими свойствами: термостабильность; не вызывать коррозии; не способствовать развитию биобрастаний; не содержать взвешенных веществ [1].

Косвенными показателями воды могут быть общее солесодержание, карбонатная жесткость, щелочность, рН, БПК, ХПК, окисляемость.

Сточные воды промышленных предприятий могут быть загрязнены различными веществами и содержать обычно отходы сырья, а иногда и готовую продукцию. Характер и концентрация загрязнений сточных вод зависят от технологии производства, а также от вида сы-

рья и реагентов, участвующих в технологическом процессе.

Для очистки сточных вод используют различные технологии: фильтрацию, ионный обмен, коагуляция. Некоторые из них позволяют утилизировать ценные примеси и, очищая воду до необходимых концентраций, использовать ее в оборотных системах.

За последние годы широкое применение получили баромембранные технологии (обратный осмос, микро- и ультрафильтрация). Для осуществления этого процесса необходимы полупроницаемые мембраны, способные задерживать одни компоненты и пропускают другие, при поддержании определенной разности давлений по обе стороны мембраны.

Уменьшение размера пор в мембране приводит к способности задерживать более мелкие частицы, но при этом требует более высокого давления. Это разделяет баромембранную технологию на четыре основные группы [2]: 1) классическая фильтрация – диаметр пор  $> 10$  мкм, давление до 0,06 МПа; 2) микрофильтрация – диаметр пор 0,1-10 мкм, давление до 0,1 МПа; 3) ультрафильтрация – диаметр пор 3-100 мкм, давление 0,1-2 МПа; 4) обратный осмос – диаметр пор  $< 3$  нм, давление 25 МПа.

Согласно концепции массопереноса через мембраны, которая во многом механическая, но очень полезна для развития работ в области мембран и мембранной технологии. По этой концепции с уменьшением размера пор появляется возможность удалять из раствора более мелкие частицы. Вместе с тем, также возрастает рабочее давление как вследствие гидродинамического сопротивления мембраны за счет уменьшения диаметра пор, так и резкого возрастания осмотического давления раствора.

Использование этой технологии для очистки сточных вод позволяет фракционировать загрязнения с последующей их концентрацией и утилизацией. Так, разделение водомасляных эмульсий идет на достаточно высоком уровне, что позволяет вернуть воду в оборотную систему или в технологический процесс. Масло после концентрации подвергают регенерации для последующего использования.

Используя комплексообразующие реагенты можно из сточных вод выделять ценные компоненты (серебро, золото, или ионы тяжелых металлов), которые после регенерации направляются на утилизацию.

Проиллюстрировать локальную очистку можно разработанной технологией очистки кремсодержащих сточных вод цехов косметики.

Сточные воды в этих цехах поступают от мойки варочных котлов при переходе на другой вид продукции, мойки тары, в которой поступают компоненты кремов, мойки полов. Эти воды в основном содер-

жат эмульгированный крем, жиры, масла, взвешенные вещества, концентрация которых колеблется от 5 до 10%.

Мембранные технологии, в частности ультрафильтрация, эмульсии сточных вод фильтруют через полупроницаемые мембраны, при этом масла остаются в потоке и концентрируются, а молекулы воды проходят через мембрану в виде фильтрата. Преимущества этого метода в следующем: универсальность процесса и компактность, легкость эксплуатации, возможность автоматизации процесса, отсутствие реагентов и фазовых превращений, возможность повторного использования фильтрата, небольшое количество концентрата (2-10% от исходного объема).

Это позволяет в 2-3 раза снизить капитальные и эксплуатационные затраты по сравнению с традиционными методами.

Исследования по использованию ультрафильтрации для очистки кремэмульгированных сточных вод проводились в два этапа: на первом лабораторные исследования, на втором – испытания проводили на реальных стоках.

Все испытания проводили на свежих эмульсиях, на различных кремах – «Наташа», «Подросток», «Элегия» и др.

Для проведения лабораторных исследований использовали стационарную установку емкостью 200 см<sup>3</sup>, площадь мембраны – 0,0028 м<sup>2</sup>, максимальное давление – 0,4 МПа. Основными факторами, оказывающими влияние на скорость и селективность процесса, являются рабочее давление, температура, концентрация разделяемого раствора, размер пор мембран, а также гидродинамические условия в аппарате.

Температура оказывает существенное влияние на производительность мембран. В связи с этим нами была исследована зависимость кинематической вязкости в интервале температур 20-60 °С при концентрациях 10 и 30 г/дм<sup>3</sup>. Графики зависимости кинематической вязкости от температуры представлены на рис.1.

Для приведенных концентраций наблюдается снижение кинематической вязкости с ростом температуры.

Эти графики коррелируются с графиками зависимости производительности мембран при возрастании температуры, причем зависимость линейная.

При исследовании результатов исследований видно, что влияние температуры на процесс ультрафильтрации зависит от концентрации эмульсии. Исследования позволили установить оптимальную температуру эмульсии – 45 °С. Дальнейшее увеличение температуры отрицательно сказывается на сроке службы мембраны.

Исследования по влиянию давления на производительность мембран производили на мембранах УПМ-50 при температуре эмульсии  $45^{\circ}\text{C}$ , при этом концентрация менялась от 5 до  $30\text{ г/дм}^3$  (рис.2). Из графика видно, что удельная производительность с ростом давления заметно возрастает, а при дальнейшем повышении давления оно не оказывает влияния. Это можно объяснить различными причинами: повышение давления приводит к повышению производительности, пока еще не достигнута концентрация гелеобразования. Когда достигается точка гелеобразования, то объемный поток уже не зависит от давления, а повышение давления компенсируется повышением гидродинамического сопротивления гелевого слоя.

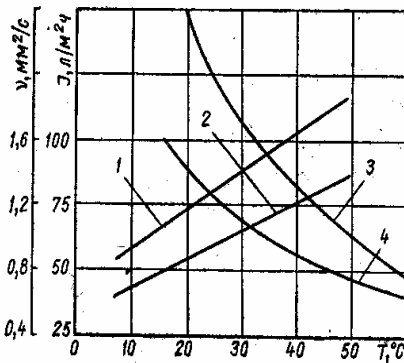


Рис. 1 – Графики зависимости объемного потока и вязкости от температуры при различных концентрациях,  $\text{г/дм}^3$ :

1, 3 – 10; 2, 4 – 30.

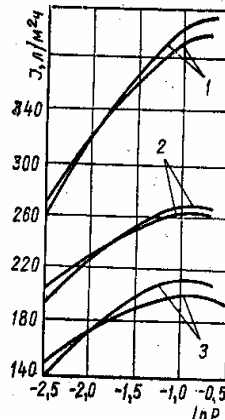


Рис. 2 – Графики зависимости производительности мембран УПМ-50 как функции логарифма от давления при различной температуре,  $^{\circ}\text{C}$ :

1 – 23; 2 – 33; 3 – 45.

Скорость потока над мембраной влияет на формирование гелевого слоя, снижающего производительность мембран. Таким образом, гидродинамический поток над мембраной определяет толщину при-мембранного гелевого слоя и концентрационную поляризацию у поверхности раздела мембрана – исходная эмульсия.

Результаты исследований показали, что с повышением концентрации эмульсии происходит непрерывное снижение удельной производительности мембран. При достижении высоких концентраций в результате повышения их вязкости образуется гелевый слой толщиной существенно снижающей производительность мембран, поэтому имеет значение правильный выбор рабочего интервала концентраций.

1. Строительство и эксплуатация бессточных систем промышленного водоснабжения / В.Д.Семенюк, И.Г.Рода, В.Н.Евстратов и др. – К.: Будівельник, 1981. – 176 с.

2. Брык М.Т. и др. Мембранная технология в пищевой промышленности. – К.: Урожай, 1991. – 224 с.

*Получено 31.10.2006*

УДК 628.087.157

Г.И.БЛАГОДАРНАЯ, канд. техн. наук, С.С.ДУШКИН

*Харьковская национальная академия городского хозяйства*

## **ПРИРОДНЫЕ ВОДЫ – МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ГЕТЕРОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ**

Рассматриваются природные воды как многокомпонентные гетерогенные системы. Приводятся результаты исследований влияния магнитно-электрической активации раствора сульфата алюминия на электрокинетический потенциал золя гидроксида алюминия.

Природная вода представляет собой многокомпонентную динамическую систему, в состав которой входят газы, минеральные и органические вещества, находящиеся в истинно растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях, а также микроорганизмы. В виде ионов, недиссоциированных молекул, коллоидов и взвесей в природных водах содержатся свыше 50 элементов, однако только некоторые из них, наиболее важные, обычно встречаются в значительных количествах.

Анализ исследований, выполненных Н.И.Куликовым, А.Я.Наймановым, Н.П.Омельченко [1, 2] и др., показывает, что природные воды характеризуются: 1) содержанием грубодисперсных примесей (частиц песка, лесса, глинистых веществ др.), определяющих их прозрачность или мутность; 2) присутствием окрашенных органических веществ (в основном растворенных гуминовых соединений), обуславливающих их цветность; 3) наличием вкуса и запаха; вкус в большинстве случаев зависит от состава и количества растворенных солей, часто также от содержания органических примесей; запах может быть природного или промышленного происхождения; 4) присутствием легко окисляющихся примесей, в зависимости от применяемого окислителя различают перманганатную и бихроматную окисляемость; 5) щелочность, которая определяется как сумма эквивалентных концентраций анионов слабых кислот (в основном  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , гуматов и др.); 6) жесткостью, которая равна сумме эквивалентных катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в воде; 7) сухим остатком – условным показателем, определяющим содержание растворенных и коллоидных примесей, остающихся при выпаривании воды; 8) общим солесодержанием – суммарной кон-